

**PERANCANGAN SISTEM KESTABILAN PADA TUBUH ROBOT HUMANOID
R2C-R9 BERBASIS KONTROL PID**

Oleh

Novembri Priyadmaji Widi Nugroho

NIM: 612012014



Skripsi

Untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh

Gelar Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer

Universitas Kristen Satya Wacana

Salatiga

September 2016



PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Novembri Priyadmagi Widi Nugroho
NIM : 61012014 Email : 61012014@student.uksw.edu
Fakultas : FTEK Program Studi : Teknik Elektro
Judul tugas akhir : Perancangan Sistem Kestabilan Pada Tubuh Robot Humanoid
P2C-Rg Berbasis Kontrol PID
Pembimbing : 1. Gunawan Dewantoro, M.Sc.Eng
2. Daniel Santoso, M.S.

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan baik di Universitas Kristen Satya Wacana maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini bukan saduran/terjemahan melainkan merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian/implementasi saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan pembimbing akademik dan narasumber penelitian.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya saya ini, serta sanksi lain yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Kristen Satya Wacana.

Salatiga, 27 September 2016



Novembri Priyadmagi Widi Nugroho



PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Novembri Priyadmay Widi Nugroho
NIM : 612012014 Email : 612012014@student.uksw.edu
Fakultas : FTEK Program Studi : Teknik Elektro
Judul tugas akhir : Perancangan Sistem Kestabilan Pada Tubuh Robot Humanoid R2C-Rg
Bertasis Kontrol PID

Dengan ini saya menyerahkan hak *non-eksklusif** kepada Perpustakaan Universitas – Universitas Kristen Satya Wacana untuk menyimpan, mengatur akses serta melakukan pengelolaan terhadap karya saya ini dengan mengacu pada ketentuan akses tugas akhir elektronik sebagai berikut (beri tanda pada kotak yang sesuai):

- ☒ a. Saya mengizinkan karya tersebut diunggah ke dalam aplikasi Repositori Perpustakaan Universitas, dan/atau portal GARUDA
- ☐ b. Saya tidak mengizinkan karya tersebut diunggah ke dalam aplikasi Repositori Perpustakaan Universitas, dan/atau portal GARUDA**

* Hak yang tidak terbatas hanya bagi satu pihak saja. Pengajar, peneliti, dan mahasiswa yang menyerahkan hak non-eksklusif kepada Repositori Perpustakaan Universitas saat mengumpulkan hasil karya mereka masih memiliki hak copyright atas karya tersebut.

** Hanya akan menampilkan halaman judul dan abstrak. Pilihan ini harus dilampiri dengan penjelasan/ alasan tertulis dari pembimbing I dan diketahui oleh pimpinan fakultas (dekan/kaprodi).

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Salatiga, 27 September 2016

Novembri Priyadmay Widi Nugroho
Tanda tangan & nama terang mahasiswa

Mengetahui,

Tanda tangan & nama terang pembimbing I

1956

Tanda tangan & nama terang pembimbing II

**PERANCANGAN SISTEM KESTABILAN PADA TUBUH ROBOT HUMANOID
R2C-R9 BERBASIS KONTROL PID**

Oleh

Novembri Priyadmaji Widi Nugroho

NIM : 612012014

Skripsi ini telah diterima dan disahkan
Untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh

Gelar Sarjana Teknik

dalam

Program Studi Teknik Elektro

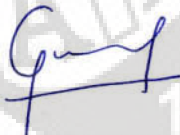
Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer

Universitas Kristen Satya Wacana

Salatiga

Disahkan oleh :

Pembimbing I



Gunawan Dewantoro, S.T., M.Sc.Eng

Tanggal : 31/8/2016

Pembimbing II



Amiel Santoso, M.S.

Tanggal : 31/8/2016

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yesus Kristus yang selalu menyertai kehidupan dan pendidikan penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan perancangan serta penulisan tugas akhir sebagai syarat kelulusan di Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer Universitas Kristen Satya Wacana.

Pada kesempatan ini penulis juga hendak mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang baik secara langsung maupun secara tidak langsung telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini :

1. Tuhan Yesus yang selalu memberkati dan menyertai setiap langkah penulis selama menempuh pendidikan S1 di FTEK UKSW hingga selesai.
2. Ayah Tri Hardi Suroyo, Ibu Sri Sumartini, dan kakak Sonya Ruri Amisan tercinta yang telah mendidik, mendukung dan mendoakan penulis.
3. Keluarga Paman Mardi Yuwono, Tante Sri Sulandjari, dan kakak Atyanta Nika R yang telah mengizinkan penulis tinggal dirumahnya selama menempuh pendidikan S1 di FTEK UKSW.
4. Bapak Gunawan Dewantoro, S.T., M.Sc.Eng dan Bapak Daniel Santoso, M.S. sebagai pembimbing I dan pembimbing II yang telah bersedia membimbing dan memberikan kritik dan saran kepada penulis selama mengerjakan tugas akhir ini.
5. Keluarga besar Tim R2C yang telah bekerja sama, memberi semangat dan dukungan dalam melakukan riset, serta berjuang bersama dalam suka dan duka dalam mempersiapkan perlombaan dalam Kontes Robot Indonesia.
6. Pasukan Symposium KRSBI 2016, Evan Narendra A, Yohanes Haryudanta D, Gandi Bayu L, Anton Suprayudi, dan Ane Cornelia yang mendukung penulisan paper dan mau menemani keberangkatan penulis dalam presentasi paper di Symposium KRSBI 2016 di Surabaya.
7. Seluruh staff dosen, karyawan dan laboran FTEK yang memfasilitasi penulis selama menempuh pendidikan S1 di FTEK UKSW.
8. Keluarga besar FTEK 2012 yang selalu menemani dan mendukung penulis selama menempuh pendidikan S1 di FTEK UKSW.

9. Hediana Rustanti, S.E. sebagai seorang sahabat yang selalu mendukung dan mendoakan penulis selama masa studinya.
10. Pasukan Telo sahabat saat SMA, Florencia Liliani P, Kristin Katarina, Eva Yuanita, Lusi Permatasari, Ferra A, Melia A.S yang selalu mendukung mendoakan selama masa studi penulis.
11. Jemaat GKMI Jekulo Kudus yang selalu mendoakan penulis.
12. Berbagai pihak yang tidak dapat dituliskan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata “sempurna”, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca sehingga tugas akhir ini dapat berguna bagi kemajuan pendidikan FTEK UKSW dan riset tim R2C UKSW.

Salatiga, 31 Agustus 2016

Penulis



ABSTRACT

Rules on KRSBI 2016 has changed. One of the rules which changed is a field is now made from 3 cm tall synthetic grass which have uneven surface, it make previous stability system on robot cannot work properly on field which have uneven surface. Stable motion is needed in order to the robot can walk properly on field which have uneven surface like synthetic grass.

Stability system is implemented to the robot in order to walk properly on synthetic grass. Stability system using Proportional Integral Derivative (PID) is selected to help the humanoid robot walk properly on synthetic grass with the means of give a feed back from the IMU sensor readings to observe tilt due to force and moment that affect the robot when the robot walking.

The experiments show that, stability system using hip strategy have level of success to maintain balance of humanoid robot when the robot walking forward of 90%. When arm rotation strategy is added on stability system, the level of success to maintain balance of humanoid robot when the robot walking forward, reaches 100%. During the test, the best values of PID constant on feet are $K_p = 6$, $K_i = 0$, $K_d = 14$, and values of PID constants on arms is $K_p = 2$, $K_i = 0$, $K_d = 0$.

DAFTAR ISI

INTISARI	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR SIMBOL.....	xi
DAFTAR SINGKATAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Tujuan.....	1
1.2. Latar Belakang.....	1
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Sistematika Penulisan.....	2
BAB II DASAR TEORI.....	3
2.1. <i>Center of Mass</i>	3
2.1.1 <i>Center of Mass</i>	3
2.1.2 Pengukuran letak <i>Center of Mass</i>	4
2.2. Complementary Filter.....	4
2.3. Sistem Kendali <i>Proportional Integral Derivative</i> (PID).....	6
2.3.1 Implementasi PID pada Robot <i>Humanoid</i>	7
2.4. Strategi Panggul	8
2.5. Strategi Rotasi Lengan.....	9
2.6. Kriteria Kestabilan <i>Polygon Support</i>	10
BAB III PERANCANGAN SISTEM.....	13

3.1.	Gambaran Sistem	13
3.2.	Perancangan Perangkat Keras.....	13
3.2.1.	Perangkat Keras Mekanik	13
3.2.2.	Perangkat Keras Elektronik.....	14
3.3.	Perancangan Perangkat Lunak.....	18
BAB IV PENGUJIAN SISTEM DAN ANALISIS.....		20
4.1.	Pengujian <i>Push Recovery</i>	20
4.2.	Pengujian Sistem Kestabilan Robot pada Gerakan Maju Menggunakan Strategi Panggul	26
4.3.	Pengujian Sistem Kestabilan Robot pada Pergantian gerakan Menggunakan Strategi Panggul	27
4.4.	Pengujian Variasi Nilai Komponen PID pada Gerakan Berjalan Maju	29
4.5.	Pengujian Kestabilan Robot Menggunakan Rotasi Lengan	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		39
5.1.	Kesimpulan	38
5.2.	Saran	39
DAFTAR PUSTAKA		41